

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-124873

(43)Date of publication of application : 06.05.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21 027  
G03F 7 20  
G03F 7 20

(21)Application number : 04-296518

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 09.10.1992

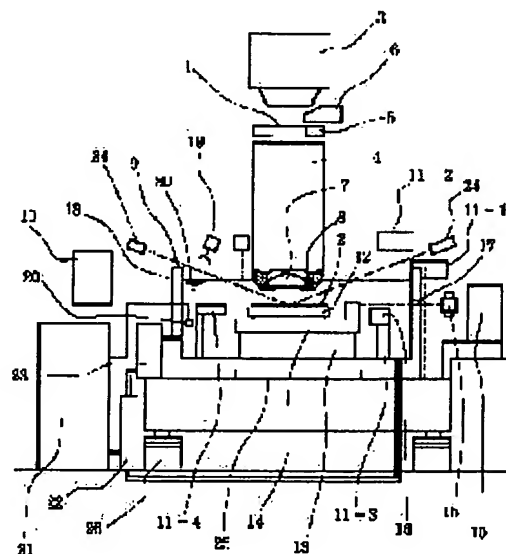
(72)Inventor : TAKAHASHI KAZUO

## (54) LIQUID-SOAKING TYPE PROJECTION EXPOSURE APPARATUS

## (57)Abstract:

PURPOSE: To improve resolution and focus depth by applying a liquid soaking method for putting high refractive liquid index liquid between an objective lens of a microscope and a sample to a projection exposure apparatus as production equipment.

CONSTITUTION: A projection exposure apparatus comprises a illuminating means 3 for illuminating a reticle 3, an optical projecting means 4 for projecting a pattern on the reticle 1 illuminated by the illuminating means 3 onto a wafer 2 and positioning means 11-1 to 11-4 for positioning the wafer 2 on a predetermined position. The optical projecting means 4 comprises an optic element 7 opposite to an exposed face of the wafer 2 having a plane or a protruding face protruding toward the wafer 2 and a liquid reservoir 9 for holding liquid 30 which at least fills a space between the plane or the protruding face of this optic element 7 and the exposed face of the wafer 2. Thus a liquid soaking method which improves resolution and focus depth can be applied to an exposure apparatus, so that an inexpensive exposure apparatus with which effect according respective wavelengths irrespective of a wavelength of an exposure light source can be expected can be obtained.



## \* NOTICES

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1 In a projection aligner provided with an illumination method which illuminates reticle, a projection optics means to project on a wafer a pattern on reticle illuminated by this, and a positioning means which positions a wafer to a prescribed position, a projection optics means counters an exposure surface of a wafer, and is in the flat-surface or wafer side -- a dipping type projection aligner possessing a cistern for holding a fluid which fills at least between an optical element which has a convex and a flat surface of this optical element, or convexes and exposure surfaces of a wafer.

[Claim 2 The dipping type projection aligner comprising according to claim 1:

An alignment measurement means by which a positioning means detects a wafer position.

A focal position detecting means which detects a position of a wafer exposure surface over a focusing position of a projection optics means.

A wafer driving means which holds and drives a wafer in the direction which leans X and the direction of Y parallel to the exposure surface, the surrounding direction of theta of an axis vertical to these, a Z direction, and a wafer in the arbitrary directions for a wafer.

A wafer transportation means which carries in a wafer on a holding position of a wafer driving means, and is taken out.

[Claim 3 The dipping type projection aligner according to claim 2 whose optical element which counters a wafer is a plane parallel plate.

[Claim 4 The dipping type projection aligner according to claim 2 a projection optics means' having a body tube, attaching to a lower end of the body tube an optical element which counters a wafer, and having provided a sealing member between the optical element and body tube.

[Claim 5 The dipping type projection aligner according to claim 2 being able to move an optical

element which counters a wafer to the optical axis direction, and being able to position in arbitrary positions.

[Claim 6 it is in the flat-surface [ of an optical element which counters a wafer ], or wafer side -- the dipping type projection aligner according to claim 2 having applied a coating agent which has a fluid used in order to fill between these both sides, and \*\*\*\*\* in either [ at least ] a convex or an exposure surface of a wafer.

[Claim 7 The dipping type projection aligner according to claim 2, wherein the upper surface of a cistern is released.

[Claim 8 The dipping type projection aligner according to claim 2, wherein a cistern constitutes a closed space.

[Claim 9 The dipping type projection aligner according to claim 8, wherein a cistern has a window for wafer conveyance which can be opened and closed.

[Claim 10 The dipping type projection aligner according to claim 8 with which a cistern constitutes a vacuum chamber.

[Claim 11 The dipping type projection aligner according to claim 8 which has a pressure gauge for detecting a pressure in a cistern.

[Claim 12 A pressurizer of a fluid supplied in a cistern, the dipping type projection aligner according to claim 8 which has at least one side among pressure reducing devices.

[Claim 13 The dipping type projection aligner according to claim 8 which has a force means of a fluid in a cistern.

[Claim 14 The dipping type projection aligner according to claim 7 or 8, wherein a cistern is being fixed in position to an optical means.

[Claim 15 The dipping type projection aligner according to claim 7 or 8, wherein a wafer driving means has an XY stage for moving a wafer in X parallel to the exposure surface, and the direction of Y, and its driving means and a cistern is being fixed to an XY stage in position.

[Claim 16 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15, wherein a wafer driving means has an XY stage for moving a wafer in X parallel to the exposure surface, and the direction of Y, and its driving means and an actuator of an XY stage is located in the exterior of a cistern.

[Claim 17 The dipping type projection aligner according to claim 7 or 8, wherein a wafer driving means has a jogging stage which leans an XY stage and a wafer for moving a wafer in X and the direction of Y in the arbitrary directions and a cistern is arranged on an XY stage.

[Claim 18 The dipping type projection aligner according to claim 17, wherein a jogging stage is arranged in a cistern, a cistern comprises material with high amplitude permeability and magnetic connection of a jogging stage and the XY stage is carried out via a cistern.

[Claim 19 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15, wherein a cistern comprises a charge of a low thermal expansion material.

[Claim 20 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15, wherein a positioning means has a means by which a laser interferometer detects a wafer position and a cistern has a window for this laser interferometer.

[Claim 21 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15, wherein a positioning means has a means by which a laser interferometer detects a wafer position and this laser interferometer is being fixed to a cistern.

[Claim 22 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15 provided with a fluid supply control means to supply a fluid to a cistern and to control the level and quantity.

[Claim 23 The dipping type projection aligner according to claim 22, wherein a fluid supply control means has a means to filter a fluid to supply.

[Claim 24 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15 provided with a means to excite a fluid filled by cistern.

[Claim 25 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15 which has a means to excite a wafer.

[Claim 26 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15 which has a means to excite an optical element which counters a wafer.

[Claim 27 The dipping type projection aligner according to claim 25 or 26 whose excitation means is a supersonic excitation device.

[Claim 28 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15 provided with a temperature control means which measures and controls temperature of a fluid supplied in a cistern.

[Claim 29 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15 provided with a refractometry means to measure a refractive index of a fluid supplied in a cistern.

[Claim 30 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15 provided with a stabilizer which prevents a flow of a fluid supplied in a cistern.

[Claim 31 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15 with which an outer wall of a cistern is covered by an insulating member.

[Claim 32 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15, wherein a wafer driving means is provided with a wafer chuck which adsorbs a wafer and holds it and this wafer chuck has a course for carrying out vacuum suction of the wafer and adsorbing it, and a shutter which prevents a fluid from flowing in this course.

[Claim 33 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15, wherein a wafer driving means is provided with a wafer transportation means which carries in a wafer to an exposure position in a cistern, and is taken out and at least a part is arranged in a cistern as for a transportation means of this wafer.

[Claim 34 The dipping type projection aligner according to claim 33 which has a means which a transportation means carries in a wafer to a fluid held in a cistern vertically or aslant, and

levels a wafer in a fluid.

[Claim 35 The dipping type projection aligner according to claim 33 which has a means which carries out the blowing air at least of one side of a wafer when a transportation means takes out a wafer out of a fluid held in a cistern.

[Claim 36 The dipping type projection aligner according to claim 14 or 15 having a pump which supplies a fluid in a cistern and is made to discharge. \*\*\*\*\*.

[Claim 37 The dipping type projection aligner according to claim 7 or 8, wherein it has a jogging stage which a wafer driving means is moved in X and the direction of Y by an XY stage and this which move in X and the direction of Y, and leans a wafer in the arbitrary directions and a cistern is being fixed on a jogging stage.

[Claim 38 The dipping type projection aligner according to claim 37, wherein the bottom of a cistern constitutes a wafer chuck holding a wafer.

[Claim 39 The dipping type projection aligner according to claim 37, wherein it comprises a flat surface at which the at least 2 sides of a cistern intersected perpendicularly and these flat surfaces constitute an anti-slant face of a laser beam.

[Claim 40 The dipping type projection aligner according to claim 18, wherein a bottom member and the jogging stage bottom of a cistern constitute a flat-surface guide of a fluid bearing.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention

[0001]

[Industrial Application This invention relates to the dipping type projection aligner for exposing a detailed circuit pattern on a wafer in a semiconductor manufacturing process.

[0002]

[Description of the Prior Art The minuteness making of the semiconductor device progressed and it has shifted to i line with short wavelength from g line of a high-pressure mercury-vapor lamp as an exposure light source conventionally. And since high resolving power is needed more, NA (numerical aperture) of a projection lens must be enlarged and, for the reason, the depth of focus is in the tendency which becomes increasingly shallow. These relations can be expressed with a following formula as generally known well.

(Resolution) =  $k_1 (\lambda / NA)$

(Depth of focus) =  $k_2 \lambda / NA^2$  -- it is a coefficient related to [ with regards to NA

(numerical aperture) of a projection lens, and  $k_1$  in the wavelength of the light source which uses  $\lambda$  for exposure here, and NA a process in  $k_2$ .

[0003]in recent years, it is called excimer laser with shorter wavelength from g line of the conventional high-pressure mercury-vapor lamp, and i line (KrF, ArF) -- use of X-rays is also considered further. On the other hand, examination of the high resolving power by a phase shift mask or deformation illumination and a raise in depth is also beginning to be made and used. however, it is called excimer laser -- having (KrF, ArF) -- as for the method of using X-rays, apparatus cost becomes high, and a phase shift mask or deformation illumination has problems -- an effect may not be expectable according to a circuit pattern.

[0004]Then, the trial which applies the method of dipping is made. For example, in the exposure device, in JP,63-49893,B, the nozzle which encloses the tip of reducing glass and

has a liquid stream entrance is provided, a fluid is supplied via this to it, and what held the fluid between reducing glass and a wafer is indicated to it.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in this conventional technology, a fluid is merely supplied only and it is a request, and in order to use it by a actual manufacturing process, it has various problems -- the conventional process technology cannot be employed efficiently.

[0006] In view of the problem of the above-mentioned conventional technology, the purpose of this invention irrespective of the wavelength of the exposure light source which g line, i line, or excimer laser uses, on every wavelength, the cheap dipping type exposure device of the cost which can expect the effect according to each wavelength is provided, and it aims at providing the dipping type exposure device which can employ the further conventional process technology efficiently.

[0007]

[Means for Solving the Problem] An illumination method which illuminates reticle in this invention in order to attain this purpose, In a projection aligner provided with a projection optics means to project on a wafer a pattern on reticle illuminated by this, and a positioning means which positions a wafer to a prescribed position, a projection optics means counters an exposure surface of a wafer, and is in the flat-surface or wafer side -- a cistern for holding a fluid which fills at least between an optical element which has a convex and a flat surface of this optical element, or convexes and exposure surfaces of a wafer is provided.

[0008] A positioning means is provided with the following.

Usually, an alignment measurement means to detect a wafer position.

A focal position detecting means which detects a position of a wafer exposure surface over a focusing position of a projection optics means.

A wafer driving means which holds and drives a wafer in the direction which leans X and the direction of Y parallel to the exposure surface, the surrounding direction of theta of an axis vertical to these, a Z direction, and a wafer in the arbitrary directions for a wafer.

A wafer transportation means which carries in a wafer on a holding position of a wafer driving means, and is taken out.

[0009] A cistern may constitute a closed space and may have a force means of a fluid in a cistern, etc. It may be fixed in position to an optical means, or a cistern may be fixed to an XY stage in position again. When a cistern is being fixed in position to an optical means, for example, a jogging stage is arranged in a cistern, and a cistern comprises material with high amplitude permeability, and magnetic connection of a jogging stage and the XY stage is carried out via a cistern.

[0010]

[Function]As a method of raising the resolution of an optical microscope, what is called an immersion method that fills between an object lens and samples with the fluid of a high refractive index is known from the former (for example, D.W.Pohl, W.Denk & M.Lanz, Appl.Phys.Lett.44652 (1984)). As an example applied to transfer of the fine circuit pattern of a semiconductor device, this effect, H.Kawata, J.M.Carter, A.Yen, H.I.Smith, Microelectronic Engineering 9 (1989)" -- or, There are "T.R.Corle, G.S.kino, USP 5,121,256 (Jun.9-1992)." A last paper is what examined the effect of dipping in exposure, composition as a practical semiconductor aligner is not discussed, but the latter patent is only indicating the method of placing an immersion lens near the surface of a wafer.

[0011]This invention relates to the concrete method for the projection aligner as a production facility to realize the method of filling with the fluid of a high refractive index between the object lens of the microscope known from the former, and samples.

According to this invention, it becomes possible to provide the exposure device using the effect of dipping.

[0012]if [ make into the convergence half width of a beam of light the refractive index and alpha to the air of the fluid which uses n for dipping, and ]  $NA_0 = \sin \alpha$ , as  $\lambda_0$  is made into the wavelength in the inside of the air of exposing light and it is indicated in drawing 10 as this "effect of dipping", When it immerses, above-mentioned resolution and depth of focus become like a following formula. (Resolution)  $k_1(\lambda_0/n)/NA_0$  (depth of focus)  $= k_2(\lambda_0/n)/(NA_0)^2$ , i.e., the effect of dipping, has wavelength equivalent to using the exposure wavelength which is  $1/n$ . When in other words the projection optical system of the same NA is designed, the depth of focus can be increased n times by dipping. This is effective also to the shape of all patterns, and it is also possible to combine with the phase shift method examined now, a deformation illumination method, etc. further. In order to employ this effect efficiently, in the exposure device which the purity of a fluid, homogeneity, temperature, etc. need to be managed precise, is exposed one by one on a wafer in step-and-repeat operation, and goes. It becomes a problem how the air bubbles which remain to the wafer surface at the time of carrying in in a fluid to lessen a flow and vibration of the fluid by which it is generated working as much as possible, and a wafer are removed. The composition of the device for solving many of these problems is proposed, and it enables it to employ the effect of dipping efficiently enough in this invention, so that an example may explain. Although it was conventionally thought by production of DRAM of 256Mbit - 1Gbit from the conventional stepper which uses i line and excimer laser as a light source that the exposure device of X-rays or an electron beam (EB) was required, By this invention, the conventional manufacturing process can be diverted



by the conventional stepper which uses i line or excimer laser as a light source, and the advantageous production also in cost is attained at the manufacturing process established technically.

[0013]Below, it explains more through an example at details.

[0014]

[Example

Example 1 drawing 1 is a lineblock diagram of the dipping type projection aligner concerning the 1st example of this invention. The wafer for which reticle is applied one among a figure, a sensitizing agent is applied 2, and the circuit pattern on the reticle 1 is exposed and transferred, The illumination-light study system provided with a shutter, a dimmer, etc. for 3 to project the circuit pattern on the reticle 1 on the wafer 2, In order that the reticle stage for the projection optical system to which 4 projects the circuit pattern on the reticle 1 on the wafer 2, and 5 holding the reticle 1, and positioning to a position, and 6 may position the reticle 1, And it is an alignment optical system for making a reticle image agree in the circuit pattern already transferred on the wafer 2.

[0015]If the lens which counters the wafer 2 surface of the projection optical system 4 will be called the 2nd optical element 7, the field which counters the wafer 2 surface of this 2nd optical element 7 is constituted so that it may become a convex toward a flat surface or the wafer 2 surface, as shown in drawing 2 and drawing 3. When this immerses, it is to keep an air layer and air bubbles from remaining in the 2nd optical element 7 surface. As for the surface of the optical element 7 by which dipping is carried out, and the surface of the sensitizing agent on the wafer 2, it is desirable to perform the fluid 30 used for dipping and coating with \*\*\*\*\*. The seal 8 for preventing invasion to the body tube of the fluid 30 is between the 2nd optical element 7 and the body tube of the projection optical system 4. This seal is unnecessary, if it has composition so that the function to manage the height which takes the thick thickness of the 2nd optical element 7 as shown in drawing 4, and dips the fluid 30 may be added.

[0016]A cistern (chamber) for 9 to fill the fluid 30 and 10 A wafer cassette, A wafer chuck for 12 to hold the wafer 2 and 11-1 to 11-4 A rough positioning device of a wafer, An XY stage for 13 to position the wafer 2 to a position and 14 are jogging stages which have a tilt function for being arranged on an XY stage and amending the correcting function of theta directional position of the wafer 2, the regulating function of Z position of the wafer 2, and inclination of the wafer 2. There are some or the whole of the wafer conveying machine for carrying in a wafer from the wafer cassette 10 into the chamber 9, and setting on the wafer chuck 12 and the rough positioning device 11-1 to 11-4, the wafer chuck 12, XY stage 13, and the jogging stage 14.

[0017]15 is attached to a laser interferometer and 16 is attached on the jogging stage 14 in X and the direction (the direction of Y is un-illustrating) of Y, Since the reference mirror which

reflects the light of the laser interferometer 15 in order to measure the position of the jogging stage 14, and 17 pass the light of the laser interferometer 15, the window provided in the chamber 9 and 18 are thermal insulation which is provided in the outside of the chamber 9 and maintains thermal interception with the exterior. If chamber 9 the very thing is constituted from material with adiabatic efficiency, for example, ENJINI leering ceramics, the thermal insulation 18 is unnecessary. As a low thermal expansion material (trade name), for example, a zero joule, is used and the construction material of the chamber 9 is shown in drawing 5, the measurement accuracy of direct taking attachment and the laser interferometer 15 is able to keep also from receiving the influence of the index of air for the laser interferometer 15 in the side.

[0018]The oil-level gauge 19 for measuring the height of the fluid 30, the thermometer 20 which measures the temperature of the fluid 30, and the temperature controller 21 are formed in the chamber 9 again. The pump 22 for controlling the height of the fluid 30 is further formed in the chamber 9. The pump 22 is provided also with the function to circulate the fluid 30 by which temperature control was carried out, and the filter 23 for filtering the impurity in the fluid 30 is also set. In order that a measuring instrument for 24 to measure the refractive index of the fluid 30 and 25 may make the fluid 30 homogeneous, the supersonic excitation device installed in the wafer 2 surface or the 2nd optical element 7 surface in order to prevent air bubbles adhering, and 26 are the vibration free pedestals of an exposure device.

[0019]Next, actual operation of the device of the above-mentioned composition, an operation, an effect, etc. are explained. When exposing, first the wafer 2 which has applied the sensitizing agent beforehand with the wafer conveying machine 11-1. It takes out from the wafer cassette 10 and is the wafer position rough detection mechanism 11-2 (usually). it is called the Puri alignment mechanism -- \*\*\*\* -- after carrying and carrying out rough positioning, the wafer 2 is handled by the wafer sending hand 11-3, and the wafer 2 is set on the wafer chuck 12 installed in the chamber 9. Flat-surface reform of the wafer 2 carried on the wafer chuck 12 is fixed and carried out by vacuum adsorption. The fluid 30 for dipping which could come, simultaneously was controlled by the temperature controller 21 by constant temperature is sent in in the chamber 9 via the filter 23 with the transportation pump 22. If the fluid 30 becomes a predetermined quantity, the oil-level gauge 19 will detect this and will suspend the pump 22.

[0020]The temperature of the fluid 30 is continuously monitored with the temperature sensor 20.

When it shifts from a predetermined temperature, the transportation pump 22 is operated again and the fluid 30 of constant temperature is circulated.

Homogeneous measurement is also performed by the refractometry device 24, although a flow of the fluid 30 by circulation of the fluid 30 takes place and the homogeneity of the fluid 30 collapses in that case. The air bubbles in the fluid 30, the air bubbles adhering to the wafer 2

surface, and the air bubbles adhering to the 2nd optical element 7 surface operate the supersonic excitation device 25, and are removed. This supersonic excitation also has the effect which makes fluid 30 the very thing uniform.

Since the amplitude of vibration is small and frequency is high, positioning or exposure of the wafer 2 are not influenced.

[0021]If the homogeneity of the fluid 30 is checked with the refractometry device 24, precise position arrangements (alignment, a focus, etc.) and exposure of the wafer 2 will be performed like the usual exposure device. Although a flow of the fluid 30 occurs by step-and-repeat operation at this time, the interval of the 2nd optical element 7 and the wafer 2 surface is several millimeters to about tens of mm, and a flow of the fluid 30 of this portion disappears from the fluid 30 having viscosity comparatively for a short time. Therefore, what is necessary is to take a time delay after a step for every shot, or to measure the flow state of the fluid 30 of this portion with the refractometry device 24, and just to make a sequence continue, when a flow stops. Since the periphery of the chamber 9 is covered with the thermal insulation 18, the time [ to process one wafer ] grade needs to operate the transportation pump 22, and does not usually need to circulate the fluid 30 of constant temperature.

[0022]If exposure of the whole surface of the wafer 2 is completed, simultaneously with this, the transportation pump 22 will operate again and will begin to discharge the fluid 30 in the chamber 9. A transportation pump is stopped, when the oil-level gauge 19 is always detecting the height of the fluid 30 and the height of the fluid 30 becomes low slightly from the 12th page of a wafer chuck at this time. Therefore, the quantity of the fluid 30 to discharge is slight. Then, the vacuum of the wafer chuck 12 is cut, and by the taking-out hand 11-4, the wafer 2 on the wafer chuck 12 is handled, and it stores to the wafer cassette 10. Both sides of the wafer 2 are blown with clean exhaust air, and it may be made to remove the fluid 30 from the wafer 2 surface just before storage at this time.

[0023]The sectional view of the wafer chuck in in the lineblock diagram of the dipping type projection aligner which example 2 drawing 11 requires for the 2nd example of this invention, and drawing 12 / drawing 11 ] 12, and drawing 14 are the mimetic diagrams showing the modification of the stage portion in drawing 11. A fluid bearing guide for a conveyance port for 31 to carry in and take out the wafer 2 in the chamber 9 and 32 to make the jogging stage 14 movable horizontally in these figures and 33 make the inside of the chamber 9 negative pressure, The vacuum pump for removing the air bubbles in the fluid 30, the valve by which 34 was connected to the vacuum pump 33, In order that 35 may remove the fluid 30, a pressure gauge for Blois which has a nozzle for spraying clean exhaust air on the wafer 2 surface, and 36 to measure the internal pressure of the chamber 9, and 37 are the shutter mechanisms built in the wafer chuck. Although other composition is the same as that of the case of drawing 1,

the seal 8 also has a function to which the secrecy of the chamber 9 is maintained. In addition to the function to circulate the fluid 30, the pump 22 is provided also with the function to control the pressure of the fluid 30.

[0024]In this composition, when each conveying the wafer 2 and taking out into the chamber 9 as a point that the case and operation of Example 1 differ from each other, opening and closing of the conveyance port 31 are performed. moreover -- setting the wafer 2 on the wafer chuck 12 -- the fluid 30 -- \*\* -- after filling a fixed quantity and suspending the pump 22, the vacuum pump 33 linked to the vacuum chamber 9 operates further, and the air bubbles in the fluid 30 are removed. At this time, simultaneously, the supersonic excitation device 25 is operated and the air bubbles in the fluid 30, the air bubbles adhering to the wafer 2 surface, and the air bubbles adhering to the 2nd optical element 7 surface are also removed. If it finishes removing air bubbles, it will stop, the valve 34 connected to this will also be closed simultaneously, the pump 22 will operate, and the vacuum pump 33 will begin to pressurize the fluid 30. And when the pressure of the pressure gauge 36 which has measured the internal pressure of the chamber 9 shows a predetermined value, continuous monitoring of the temperature of the fluid 30 by the temperature sensor 20 is performed like the case of Example 1. Just before storing to the wafer cassette 10, both sides of the wafer 2 are blown with clean exhaust air with the bulla 35, and the fluid 30 is removed from a wafer surface. Other operations are the same as that of the case of Example 1.

[0025]According to this, since the fluid 30 is pressurized, a flow of the fluid 30 by step-and-repeat operation disappears more for a short time. It is possible to also make the flat-surface reform capability of the wafer 2 on the wafer chuck 12 increase with the pressure of the pressurized fluid 30.

[0026]Example 3 drawing 12 is a sectional view of the wafer chuck portion of the dipping type exposure device concerning the 3rd example of this invention. Although it flows and he is trying to discharge a fluid for every wafer in , Fill the fluid 30 , it enables it to process here, as a shutter is opened and vacuum adsorption is carried out, only when the shutter mechanism 37 is added to the wafer chuck 12 and the wafer 2 is on the wafer chuck 12, as shown in drawing 12. Thereby, improvement in a throughput is achieved. In this case, the wafer 2 conveyed is inserted by the wafer sending hand 11-3 into the fluid 30 so that air bubbles may not remain aslant or vertically to the fluid 30, it is leveled in the fluid 30, and is set on the wafer chuck 12.

[0027]Example 4 drawing 6 is a sectional view showing the stage portion of the dipping type exposure device concerning the 4th example of this invention. In the composition of Example 1, in order to prevent an impurity mixing into the fluid 30, this constitutes the drive system of XY stage 13 so that it may put on the exterior of the chamber 9. In this case, as shown in the figure, the XY stage 13 whole is arranged besides the chamber 9, carries the chamber 9 on XY

stage 13, and is positioned the whole chamber 9. In this case, in order to carry out step-and-repeat operation of the fluid 30 whole, Since the fluid 30 of chamber 9 inside flows with the acceleration at the time of movement, the stabilizer 29 which combined the plate as shown in drawing 7 with mesh state is inserted into the fluid 30 at the time of a step, and it has the structure where a flow and \*\*\*\*\* of the fluid 30 can be pressed down. The same stage composition is applicable also to the composition of Example 2. It may be made the shape where the hole for letting the projection lens 4 pass for the stabilizer 29 at the center as shown in drawing 13 was provided.

[0028]Example 5 drawing 8 is a sectional view showing the stage portion of the dipping type exposure device concerning the 5th example of this invention. In the composition of Example 1, in order to prevent an impurity mixing into the fluid 30, this constitutes the drive system of XY stage 13 like the case of Example 4 so that it may put on the exterior of the chamber 9. However, in this case, as shown in the figure, arrange the magnet 27 on the bottom of the jogging stage 14, and the bottom of the chamber 9 is constituted from material of permeability, By making it combine with the magnet 28 on XY stage 13 in the lower part of the chamber 9 magnetically, and moving XY stage 13 for the bottom of the chamber 9 as a guide of the jogging stage 14, it constitutes so that the jogging stage 14 in the chamber 9 may be made to drive indirectly.

[0029]Example 6 drawing 14 is a sectional view showing the stage portion of the dipping type exposure device concerning the 6th example of this invention. In order to prevent an impurity mixing this into the fluid 30 in the composition of Example 2, Put the drive system of XY stage 13 on the exterior of the chamber 9 like the case of Example 5, arrange the magnet 27 on the bottom of the jogging stage 14, and the bottom of the chamber 9 is constituted from material of permeability, By making it combine with the magnet 28 on XY stage 13 in the lower part of the chamber 9 magnetically, and moving XY stage 13 for the bottom of the chamber 9 as a guide of the jogging stage 14, it constitutes so that the jogging stage 14 in the chamber 9 may be made to drive indirectly. As the nozzle which blows off a fluid is provided in the jogging stage 14 undersurface and the fluid 30 currently used for dipping is made to blow off from there, the fluid bearing guide 32 is constituted. Thereby, since mass of the movable part at the time of step-and-repeat operation can be made light, a throughput can be raised further.

[0030]Example 7 drawing 9 is a sectional view showing the stage portion of the dipping type exposure device concerning the 7th example of this invention. This arranges only the portion containing the wafer chuck 12 in the chamber 9, or constitutes the wafer chuck 12 directly on the bottom of the chamber 9, and arranges the chamber 9 on the jogging stage 14. In this case, it is also possible to constitute these from a charge of a low thermal expansion material so that the bottom of the chamber 9 and the 2nd page that adjoins this may become a right angle, respectively, and to make this 2nd page into the reference surface for measurement of

the laser interferometer 15.

[0031]In above-mentioned each example, the conveying machine for carrying in a wafer on the wafer chuck 12, or taking out a wafer from on the zipper 12 can also be constituted [ constituting in the chamber 9 and ] besides the chamber 9.

[0032]

[Effect of the Invention As explained above, according to this invention, the immersion method which raises resolution and the depth of focus can be applied now to an exposure device in the mode which can be used for ten copies by a actual manufacturing process. Therefore, irrespective of wavelength of an exposure light source, such as g line, i line, or excimer laser, the cheap dipping type exposure device of the cost which can expect the effect according to each wavelength can be provided on every wavelength, and the dipping type exposure device which can employ the further conventional process technology efficiently can be provided.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings

[Drawing 1 It is a lineblock diagram showing the composition of the dipping type projection aligner concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 2 It is a sectional view of the optical element applied to the device of drawing 1.

[Drawing 3 It is a sectional view of other optical elements applied to the device of drawing 1.

[Drawing 4 Furthermore it is applied to the device of drawing 1, it is a sectional view of other optical elements.

[Drawing 5 In the device of drawing 1, it is a showing [ for a laser interferometer / a beam case with direct taking -in the side of chamber sectional view.

[Drawing 6 It is a sectional view showing the stage portion of the dipping type exposure device concerning the 4th example of this invention.

[Drawing 7 It is a perspective view of the stabilizer applied to the device of drawing 6.

[Drawing 8 It is a sectional view showing the stage portion of the dipping type exposure device concerning the 5th example of this invention.

[Drawing 9 It is a sectional view showing the stage portion of the dipping type exposure device concerning the 7th example of this invention.

[Drawing 10 It is a sectional view for explaining the effect of dipping.

[Drawing 11 It is a lineblock diagram of the dipping type projection aligner concerning the 2nd example of this invention.

[Drawing 12 It is a sectional view of the wafer chuck in drawing 11.

[Drawing 13 It is a perspective view of a stabilizer applicable to the device of drawing 14.

[Drawing 14 It is a mimetic diagram showing the modification of the stage portion in drawing 11.

### [Description of Notations

Reticle, 2:wafer, 3:illumination-light study system, 4:projection optical system, 5 : 1: A reticle

stage, An alignment optical system, 7:optical element, 8:seal, 9:cistern, 10 : 6: A wafer cassette, A wafer chuck, an 11-1 - 11-4:rough positioning device, 13 : 12: An XY stage, A jogging stage, 15:laser interferometer, 16:reference mirror, 17 : 14: A window, Thermal insulation, 19:oil-level gauge, 20:thermometer, 21 : 18: A temperature controller, A pump, 23:filter, 24:measuring instrument, 25 : 22: A supersonic excitation device, 26: A vibration free pedestal, 27, 28:magnet, 29:stabilizer, a :30:fluid, 31:conveyance port, 32:fluid bearing guide, 33:vacuum pump, 34:valve, 35:Blois, 36:pressure gauge, 37 : shutter mechanism.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

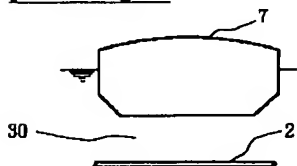
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

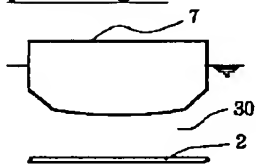
## DRAWINGS

---

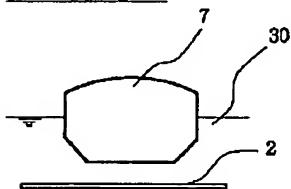
[Drawing 2]



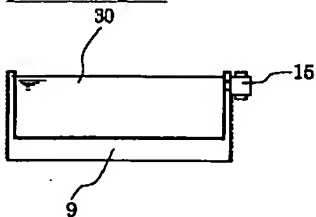
[Drawing 3]



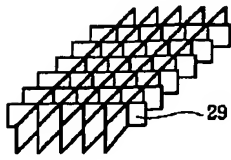
[Drawing 4]



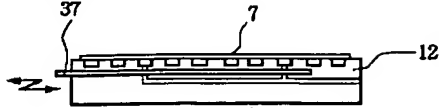
[Drawing 5]



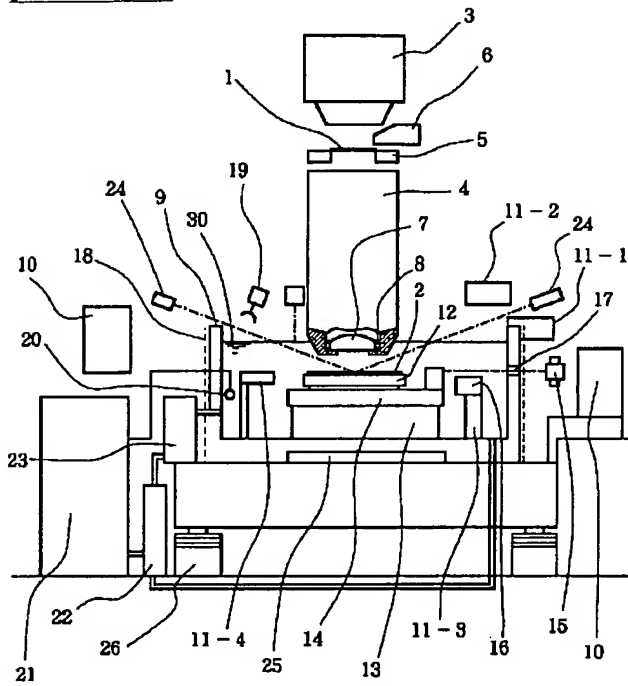
[Drawing 7]



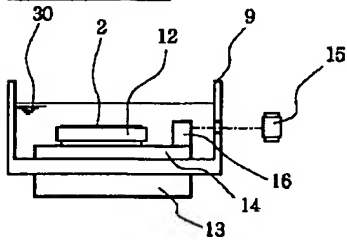
[Drawing 12]



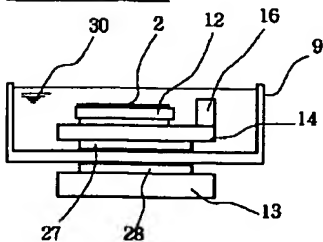
[Drawing 1]



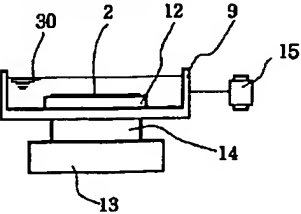
[Drawing 6]



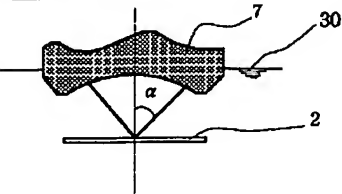
[Drawing 8]



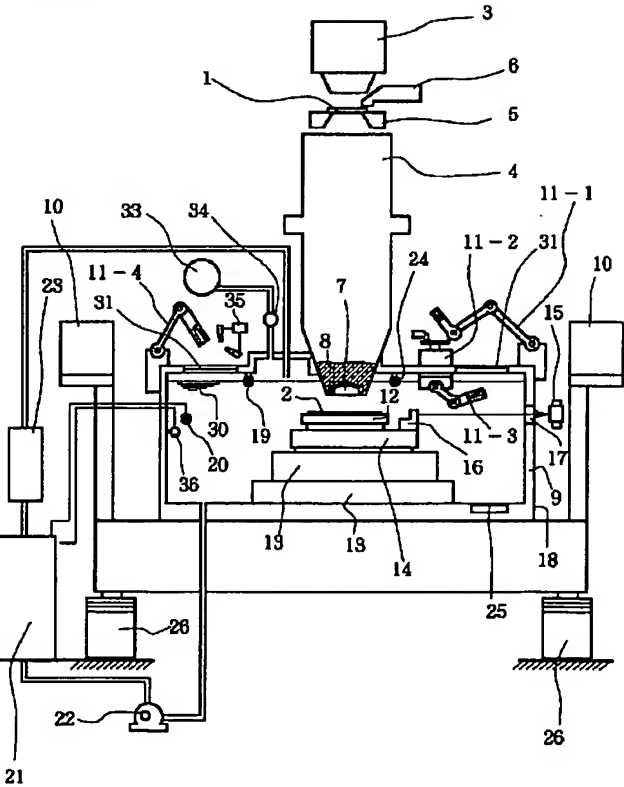
[Drawing 9]



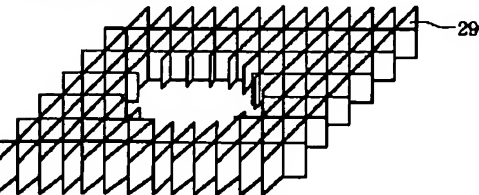
[Drawing 10]



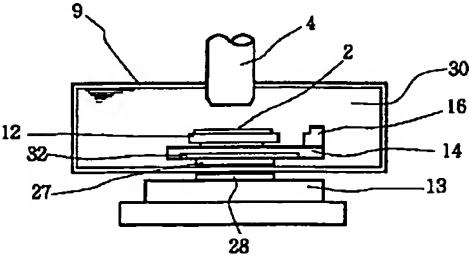
[Drawing 11]



[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-124873

(43)公開日 平成6年(1994)5月6日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 0 2	9122-2H		
	5 2 1	9122-2H		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/30	3 1 1 L

審査請求 未請求 請求項の数40(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-296518

(22)出願日 平成4年(1992)10月9日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 高橋 一雄

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地キヤ

ノン株式会社小杉事業所内

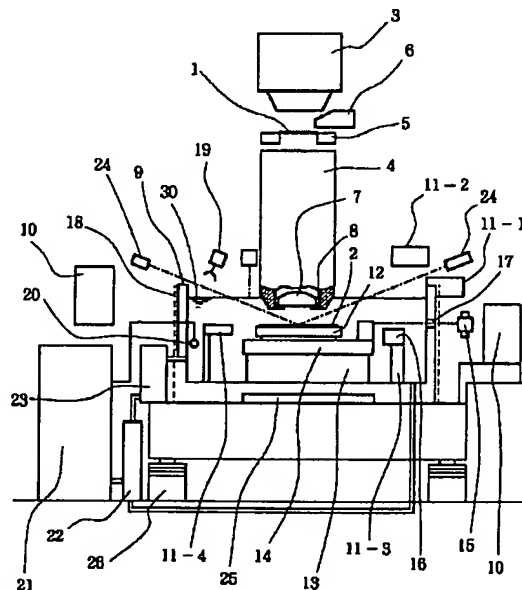
(74)代理人 弁理士 伊東 哲也 (外1名)

(54)【発明の名称】 液浸式投影露光装置

(57)【要約】

【目的】 従来のプロセス技術を生かせる液浸式露光装置を提供する。

【構成】 レチクルを照明する照明手段、これによって照明されたレチクル上のパターンをウエハ上に投影する投影光学手段、ウエハを所定位置に位置決めする位置決め手段を備えた投影露光装置において、投影光学手段はウエハの露光面に対向し、平面もしくはウエハ側へ凸んだ凸面を有する光学素子、およびこの光学素子の平面もしくは凸面とウエハの露光面との間を少なくとも満たす液体を保持するための液槽を具備する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レチクルを照明する照明手段、これによって照明されたレチクル上のパターンをウエハ上に投影する投影光学手段、ウエハを所定位置に位置決めする位置決め手段を備えた投影露光装置において、投影光学手段はウエハの露光面に対向し、平面もしくはウエハ側へ凸んだ凸面を有する光学素子、およびこの光学素子の平面もしくは凸面とウエハの露光面との間を少なくとも満たす液体を保持するための液槽を具備することを特徴とする液浸式投影露光装置。

【請求項2】 位置決め手段は、ウエハ位置を検出するアライメント計測手段と、投影光学手段のフォーカス位置に対するウエハ露光面の位置を検出するフォーカス位置検出手段と、ウエハをその露光面に平行なXおよびY方向、これらに垂直な軸の回りの $\theta$ 方向、Z方向、ならびにウエハを任意の方向に傾ける方向にウエハを保持して駆動するウエハ駆動手段と、ウエハ駆動手段の保持位置上にウエハを搬入しおよび搬出するウエハ搬送手段とを備えることを特徴とする請求項1記載の液浸式投影露光装置。

【請求項3】 ウエハに対向する光学素子は平行平面ガラスである請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項4】 投影光学手段は鏡筒を有し、ウエハに対向する光学素子はその鏡筒の下端に取り付けられており、その光学素子と鏡筒の間にはシール部材が設けられていることを特徴とする請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項5】 ウエハに対向する光学素子はその光軸方向に移動させ、任意の位置に位置決め可能であることを特徴とする請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項6】 ウエハに対向する光学素子の平面もしくはウエハ側へ凸んだ凸面およびウエハの露光面の少なくとも一方には、これら両面間を満たすために使用する液体と浸和性のあるコーティング剤が塗布してあることを特徴とする請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項7】 液槽の上面は解放されていることを特徴とする請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項8】 液槽は閉空間を構成していることを特徴とする請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項9】 液槽は開閉可能なウエハ搬送用の窓を有することを特徴とする請求項8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項10】 液槽はバキュームチャンバを構成している請求項8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項11】 液槽内の圧力を検出するための圧力計を有する請求項8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項12】 液槽内に供給する液体の加圧装置、減圧装置のうち少なくとも一方を有する請求項8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項13】 液槽内の液体の加圧手段を有する請求

2

項8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項14】 液槽は光学手段に対して位置的に固定されていることを特徴とする請求項7または8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項15】 ウエハ駆動手段は、ウエハをその露光面に平行なXおよびY方向に移動させるためのXYステージおよびその駆動手段を有し、液槽はXYステージに位置的に固定されていることを特徴とする請求項7または8記載の液浸式投影露光装置。

10 【請求項16】 ウエハ駆動手段は、ウエハをその露光面に平行なXおよびY方向に移動させるためのXYステージおよびその駆動手段を有し、XYステージの駆動部は液槽の外部に位置することを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項17】 ウエハ駆動手段はXおよびY方向にウエハを移動させるためのXYステージおよびウエハを任意の方向に傾ける微動ステージを有し、液槽はXYステージ上に配置されていることを特徴とする請求項7または8記載の液浸式投影露光装置。

20 【請求項18】 微動ステージは液槽内に配置され、液槽は透磁率の高い材料で構成されており、液槽を介して微動ステージとXYステージが磁気結合されていることを特徴とする請求項17記載の液浸式投影露光装置。

【請求項19】 液槽は低熱膨張材料で構成されていることを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項20】 位置決め手段はレーザ干渉計によりウエハ位置を検出する手段を有し、液槽はこのレーザ干渉計のための窓を有することを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

30 【請求項21】 位置決め手段はレーザ干渉計によりウエハ位置を検出する手段を有し、このレーザ干渉計は液槽に固定されていることを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項22】 液槽に液体を供給しそのレベルおよび量を制御する液体供給制御手段を備えることを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項23】 液体供給制御手段は供給する液体をろ過する手段を有することを特徴とする請求項22記載の液浸式投影露光装置。

【請求項24】 液槽に満たされた液体を加振する手段を備える請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項25】 ウエハを加振する手段を有する請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項26】 ウエハに対向する光学素子を加振する手段を有する請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項27】 加振手段は超音波加振装置である請求項25または26記載の液浸式投影露光装置。

【請求項28】 液槽内に供給された液体の温度を計測し制御する温度制御手段を備える請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項29】 液槽内に供給された液体の屈折率を測定する屈折率測定手段を備える請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項30】 液槽内に供給された液体の流動を阻止するスタビライザを備える請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項31】 液槽の外壁は、断熱部材で覆われている請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。 10

【請求項32】 ウエハ駆動手段は、ウエハを吸着して保持するウエハチャックを備え、このウエハチャックはウエハを真空吸引して吸着するための経路、およびこの経路内に液体が流入するのを防止するシャッタを有することを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項33】 ウエハ駆動手段はウエハを液槽内の露光位置に搬入しおよび搬出するウエハ搬送手段を備え、このウエハの搬送手段は、少なくとも一部が液槽内に配置されていることを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。 20

【請求項34】 搬送手段は、液槽内に保持された液体にウエハを垂直もしくは斜めに搬入し、液体中でウエハを水平にする手段を有する請求項33記載の液浸式投影露光装置。

【請求項35】 搬送手段が液槽内に保持された液体中からウエハを搬出する際に、ウエハの少なくとも片面をエアブローする手段を有する請求項33記載の液浸式投影露光装置。

【請求項36】 液体を液槽内に供給しおよび排出させるポンプを有することを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。がある。

【請求項37】 ウエハ駆動手段はXおよびY方向に移動するXYステージおよびこれによってXおよびY方向に移動されかつウエハを任意の方向に傾ける微動ステージを有し、液槽は微動ステージ上に固定されていることを特徴とする請求項7または8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項38】 液槽の底面がウエハを保持するウエハチャックを構成していることを特徴とする請求項37記載の液浸式投影露光装置。 40

【請求項39】 液槽の少なくとも2側面が直交した平面で構成され、これらの平面がレーザ光の反斜面を構成していることを特徴とする請求項37記載の液浸式投影露光装置。

【請求項40】 液槽の底面部材と微動ステージ底面とが流体ベアリングの平面ガイドを構成していることを特徴とする請求項18記載の液浸式投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造工程においてウエハ上に微細な回路パターンを露光する為の液浸式投影露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子の微細化が進み、従来、露光光源としては、高圧水銀灯のg線からより波長の短いi線へと移行してきた。そしてより高解像力を必要とする為、投影レンズのNA（開口数）を大きくしなければならず、その為、焦点深度はますます浅くなる傾向にある。これらの関係は一般に良く知られている様に、次式で表すことができる。

$$(\text{解像力}) = k_1 (\lambda / \text{NA})$$

$$(\text{焦点深度}) = \pm k_2 \lambda / \text{NA}^2$$

ここに、 $\lambda$ は露光に使用する光源の波長、NAは投影レンズのNA（開口数）、 $k_1$ 、 $k_2$ はプロセスに係る係数である。

【0003】近年では、従来の高圧水銀灯のg線、i線から、より波長の短いエキシマレーザと呼ばれる（KrF、ArF）、更には、X線の使用も検討されている。また一方では、位相シフトマスク、或は変形照明等による高解像力、高深度化の検討もなされ、実用され始めている。しかし、エキシマレーザと呼ばれる（KrF、ArF）やX線を利用する方法は、装置コストが高くなり、位相シフトマスク、或は変形照明等は、回路パターンによって効果が期待できない場合もある等の問題を抱えている。

【0004】そこで、液浸方を適用する試みがなされている。例えば、特公昭63-49893号公報には、露光装置において、縮小レンズの先端を取り囲んで液体流入口を有するノズルを設け、これを介して液体を供給し、縮小レンズとウエハとの間に液体を保持するようにしたものが記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この従来技術においては、ただ単に液体を供給するようにしたのみであり、実際の製造工程で使用するには、従来のプロセス技術が生かせない等、種々の問題を有している。

【0006】本発明の目的は、上述従来技術の問題点に鑑み、g線、i線、或はエキシマレーザ等の使用する露光光源の波長に拘らず、どの波長でも、それぞれの波長に応じた効果を期待できるコストの安い液浸式露光装置を提供し、更には、従来のプロセス技術を生かせる液浸式露光装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため本発明では、レチクルを照明する照明手段、これによって照明されたレチクル上のパターンをウエハ上に投影する投影光学手段、ウエハを所定位置に位置決めする位置決め手段を備えた投影露光装置において、投影光学手段

はウエハの露光面に対向し、平面もしくはウエハ側へ凸んだ凸面を有する光学素子、およびこの光学素子の平面もしくは凸面とウエハの露光面との間を少なくとも満たす液体を保持するための液槽を具備する。

【0008】位置決め手段は、通常、ウエハ位置を検出するアライメント計測手段と、投影光学手段のフォーカス位置に対するウエハ露光面の位置を検出するフォーカス位置検出手段と、ウエハをその露光面に平行なXおよびY方向、これらに垂直な軸の回りのθ方向、Z方向、ならびにウエハを任意の方向に傾ける方向にウエハを保持して駆動するウエハ駆動手段と、ウエハ駆動手段の保持位置上にウエハを搬入しおよび搬出するウエハ搬送手段とを備える。

【0009】液槽は閉空間を構成し、液槽内の液体の加圧手段等を有する場合もある。液槽はまた、光学手段に対して位置的に固定され、あるいはXYステージに位置的に固定されている場合もある。液槽が光学手段に対して位置的に固定されている場合は、例えば、微動ステージが液槽内に配置され、液槽は透磁率の高い材料で構成され、そして液槽を介して微動ステージとXYステージが磁気結合される。

【0010】

【作用】光学式顕微鏡の解像力をあげる方法としては、従来から、対物レンズと試料の間を高屈折率の液体で満たす、所謂、液浸法が知られている（例えば、D. W. Pohl, W. Denk & M. Lanz, Appl. Phys. Lett. 44652 (1984)）。この効果を半導体素子の微細回路パターンの転写に応用した例としては、『H. Kawata, J. M. Carter, A. Yen, H. I. Smith, Microelectronic Engineering 9 (1989)』、或は、『T. R. Corle, G. S. Kino, USP 5, 121, 256 (Jun. 9, 1992)』がある。前論文は、露光における液浸の効果を検討したもので、実用的な半導体露光装置としての構成を論じておらず、後者の特許は、液浸レンズをウエハの表面近くに置く方法を開示しているに過ぎない。

【0011】本発明は、従来から知られている顕微鏡の対物レンズと試料の間を高屈折率の液体で満たすという方法を、生産設備としての投影露光装置で実現する為の具体的方法に関するものであり、本発明によれば、液浸の効果を利用した露光装置を提供することが可能となる。

【0012】この「液浸の効果」とは、 $\lambda_0$  を露光光の空气中での波長とし、また、図10に示すように、 $n$  を液浸に使用する液体の空気に対する屈折率、 $\alpha$  を光線の収束半角とし、 $NA_0 = \sin \alpha$  とすると、液浸した場合、前述の解像力および焦点深度は、次式のようになる。（解像力） $= k_1 (\lambda_0 / n) / NA_0$

（焦点深度） $= \pm k_2 (\lambda_0 / n) / (NA_0)^2$

すなわち、液浸の効果は波長が $1/n$ の露光波長を使用するのと同値である。言い換えれば、同じNAの投影光学系を設計した場合、液浸により、焦点深度を $n$ 倍にすることができる。これは、あらゆるパターンの形状に対しても有効であり、更に、現在検討されている位相シフト法、変形照明法等と組み合わせることも可能である。この効果を生かすためには、液体の純度、均一性、温度等の精密な管理が必要であり、ステップ・アンド・リピート動作でウエハ上に逐次露光して行く露光装置では、動作中に発生する液体の流動や振動を極力少なくすること、ウエハを液体内に搬入する際のウエハ表面に残留する気泡をいかにして除去するか等が問題になる。本発明では、実施例で説明するように、これらの諸問題を解決するための装置の構成を提案し、液浸の効果を十分生かせるようにしている。従来、256Mbit〜1GbitのDRAMの生産では、1線、エキシマレーザを光源とする従来のステッパから、X線、或は電子ビーム（EB）の露光装置が必要と考えられていたが、本発明によって、1線、或はエキシマレーザを光源とする従来のステッパで従来の製造プロセスを流用出来、技術的に確立された製造プロセスでコスト的にも有利な生産が可能となる。

【0013】以下に、実施例を通じてより詳細に説明する。

【0014】

【実施例】

実施例1

図1は、本発明の第1の実施例に係る液浸式投影露光装置の構成図である。図中、1はレチクル、2は感光剤が塗布され、レチクル1上の回路パターンが露光・転写されるウエハ、3はウエハ2上にレチクル1上の回路パターンを投影するためのシャッタ及び調光装置等を備えた照明光学系、4はウエハ2上にレチクル1上の回路パターンを投影する投影光学系、5はレチクル1を保持し、所定の位置に位置決めするためのレチクルステージ、6はレチクル1を位置決めするため、及びレチクル像をウエハ2上に既に転写されている回路パターンに合致させるためのアライメント光学系である。

【0015】投影光学系4のウエハ2表面に対向するレンズを第2の光学素子7と呼ぶことにすると、この第2の光学素子7のウエハ2表面に対向する面は、図2および図3に示すように、平面あるいはウエハ2表面に向かって凸となる様に構成されている。これは、液浸する際に、第2の光学素子7表面に空気層や気泡が残らない様にするためである。また、液浸される光学素子7の表面およびウエハ2上の感光剤の表面は、液浸に使用する液体30と浸和性のあるコーティングを施すことが望ましい。第2の光学素子7と投影光学系4の鏡筒との間には、液体30の鏡筒への侵入を防ぐためのシール8があ



7

る。このシールは、第2の光学素子7の厚さを、図4に示すように厚く取り、液体30を浸す高さを管理する機能を付加するように構成にすれば不要である。

【0016】9は液体30を満たすための液槽（チャンバ）、10はウエハカセット、12はウエハ2を保持するためのウエハチャック、11-1~11-4はウエハの粗位置決め装置、13はウエハ2を所定の位置に位置決めするためのXYステージ、14はXYステージ上に配置され、ウエハ2のθ方向位置の補正機能、ウエハ2のZ位置の調整機能、およびウエハ2の傾きを補正するためのチルト機能を有する微動ステージである。チャンバ9の中に、ウエハカセット10からウエハを搬入しウエハチャック12上にセットするためのウエハ搬送装置、粗位置決め装置11-1~11-4の一部もしくは全体、ウエハチャック12、XYステージ13、および微動ステージ14がある。

【0017】15はレーザ干渉計、16は微動ステージ14上にXおよびY方向（Y方向は不図示）に取り付けられ、微動ステージ14の位置を計測するためにレーザ干渉計15の光を反射する参照ミラー、17はレーザ干渉計15の光を通過させるためチャンバ9に設けられた窓、18はチャンバ9の外側に設けられ、外部との熱的遮断を保つ断熱材である。チャンバ9自体を断熱効果のある材料、例えばエンジニアリングセラミックで構成すれば、断熱材18は不要である。更に、チャンバ9の材質を低熱膨張材、例えばゼロジュール（商品名）を使用し、図5に示すように、レーザ干渉計15をその側面に直接取り付け、レーザ干渉計15の計測精度が空気インデックスの影響を受けないようにすることも可能である。

【0018】チャンバ9にはまた、液体30の高さを測定するための液面ゲージ19、液体30の温度を測定する温度計20、および温度コントローラ21が設けられている。チャンバ9には、さらに、液体30の高さを制御するためのポンプ22が設けられている。ポンプ22は温度制御された液体30を循環させる機能も備え、液体30中の不純物をろ過するためのフィルタ23もセットされている。24は液体30の屈折率を測定するための測定器、25は液体30を均質にするため、およびウエハ2表面や第2の光学素子7表面に気泡が付着するのを防ぐ目的で設置された超音波加振装置、26は露光装置の防振架台である。

【0019】次に、上記構成の装置の実際の動作、作用、および効果等を説明する。露光をする際には、まず、あらかじめ感光剤を塗布してあるウエハ2をウエハ搬送装置11-1で、ウエハカセット10より取り出し、ウエハ位置粗検出機構11-2（通常、プリアライメント機構と呼んでいる）に載せ、粗位置決めした後、ウエハ送り込みハンド11-3でウエハ2をハンドリングし、チャンバ9内に設置されたウエハチャック1

8

2上にウエハ2をセットする。ウエハチャック12上に載せられたウエハ2は、バキューム吸着によって固定され、平面矯正される。これと同時に、温度制御装置21で一定温度に制御された液浸用の液体30が輸送ポンプ22によって、フィルタ23を介して、チャンバ9内に送り込まれる。液体30が所定の量になると、液面ゲージ19がこれを検知して、ポンプ22を停止する。

【0020】液体30の温度は、温度センサ20により常時監視しており、所定の温度からずれた場合は、再度輸送ポンプ22を作動させ、一定温度の液体30を循環させるようになっている。その際、液体30の循環による、液体30の流動が起こり、液体30の均一性が崩れるが、屈折率測定装置24で、均一性の測定も行われる。また、液体30中の気泡、ウエハ2表面に付着した気泡、第2の光学素子7表面に付着した気泡は、超音波加振装置25を作動させて除去する。この超音波加振は、液体30自体を均一にする効果も有しており、振動の振幅が小さく、周波数が高いために、ウエハ2の位置決めや露光には影響しない。

【0021】屈折率測定装置24で液体30の均一性が確認されると、通常、露光装置と同様に、ウエハ2の精密位置決め（アライメント、フォーカス等）と露光が行われる。このとき、ステップ・アンド・リピート動作により、液体30の流動が発生するが、第2の光学素子7とウエハ2表面との間隔が数mmから数十mm程度であり、液体30が粘性を有する事から、比較的短時間で、この部分の液体30の流動はなくなる。従って、各ショット毎にステップ後に遅延時間を取るか、屈折率測定装置24で、この部分の液体30の流動状態を測定し、流動が停止した時点でシーケンスを継続させれば良い。また、チャンバ9の外周は、断熱材18で覆ってあるため、通常、1枚のウエハを処理する時間程度は、輸送ポンプ22を作動させ、一定温度の液体30を循環させる必要はない。

【0022】ウエハ2の全面の露光が完了すると、これと同時に輸送ポンプ22が再び作動し、チャンバ9内の液体30を排出し始める。この時、液面ゲージ19が常時液体30の高さを検知しており、液体30の高さがウエハチャック12面より僅かに低くなった時点で、輸送ポンプを停止させる。従って、排出する液体30の量は、僅かである。この後、ウエハチャック12のバキュームを切り、搬出ハンド11-4で、ウエハチャック12上のウエハ2をハンドリングして、ウエハカセット10に収納する。この時、収納直前に、ウエハ2の両面をクリーンなエアでブローして、液体30をウエハ2表面から除去するようにしてもよい。

#### 【0023】実施例2

図11は本発明の第2の実施例に係る液浸式投影露光装置の構成図、図12は図11におけるウエハチャック12の断面図、そして図14は図11におけるステージ部

9

分の変形例を示す模式図である。これらの図において、31はウエハ2をチャンバ9内に搬入および搬出するための搬送口、32は微動ステージ14を水平方向に移動可能にするための流体ベアリングガイド、33はチャンバ9の内部を負圧にして、液体30中の気泡を除去するための真空ポンプ、34は真空ポンプ33に接続されたバルブ、35は液体30を除去するためにクリーンなエアをウエハ2表面に吹き付けるためのノズルを有するブローア、36はチャンバ9の内圧を測定するための圧力計、37はウエハチャックに内蔵されたシャッタ機構である。他の構成は図1の場合と同様であるが、シール8はチャンバ9の機密を保たせる機能をも有する。また、ポンプ22は、液体30を循環させる機能に加え、液体30の圧力をコントロールする機能をも備える。

【0024】この構成においては、実施例1の場合と動作が異なる点として、チャンバ9内へウエハ2を搬送しおよび搬出するそれぞれの場合において、搬送口31の開閉が行われる。またウエハ2をウエハチャック12上にセットし、液体30を所定量満してポンプ22を停止した後、さらに、バキュームチャンバ9に接続している真空ポンプ33が作動され、液体30中の気泡が除去される。このとき同時に、超音波加振装置25を作動させて、液体30中の気泡、ウエハ2表面に付着した気泡、第2の光学素子7表面に付着した気泡も除去する。気泡を除去し終ると、真空ポンプ33は停止し、同時に、これに接続されているバルブ34も閉じられ、ポンプ22が作動して、液体30を加圧し始める。そしてチャンバ9の内圧を測定している圧力計36の圧力が所定の値を示した時点で、実施例1の場合と同様に、温度センサ20による液体30の温度の常時監視を行う。また、ウエハカセット10への収納直前には、ブラ35によりウエハ2の両面がクリーンなエアでブローされ、液体30がウエハ表面から除去される。他の動作は実施例1の場合と同様である。

【0025】これによれば、液体30が加圧されているため、ステップ・アンド・リピート動作による液体30の流動は、より短時間で消失する。また、加圧された液体30の圧力によって、ウエハチャック12上のウエハ2の平面矯正能力も増加させることが可能である。

#### 【0026】実施例3

図12は本発明の第3の実施例に係る液浸式露光装置のウエハチャック部分の断面図である。上述においては、ウエハ毎に液体を流入し排出するようにしているが、ここでは、図12に示すように、ウエハチャック12にシャッタ機構37を付加し、ウエハ2がウエハチャック12にある場合のみシャッタを開いてバキューム吸着するようにして、液体30を満たしたままでも処理できるようにしている。これにより、スルーボットの向上が図られる。この場合、搬送されるウエハ2は、ウエハ送り込みハンド11-3によって、液体30に対して斜め或

10

は垂直に気泡が残らないように液体30中に挿入され、液体30中で水平にされてウエハチャック12上にセットされる。

#### 【0027】実施例4

図6は、本発明の第4の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。これは、実施例1の構成において、液体30中に不純物が混入するのを防ぐために、XYステージ13の駆動系を、チャンバ9の外部に置くように構成したものである。この場合、同図に示すように、XYステージ13全体がチャンバ9の外に配置され、XYステージ13上にチャンバ9を載せてチャンバ9ごと位置決めされる。この場合、液体30全体をステップ・アンド・リピート動作させるために、チャンバ9内部の液体30が移動時の加速度によって流動するので、図7に示すような、板材をメッシュ状に組み合わせたスタビライザ29をステップ時に液体30中に挿入して、液体30の流動や波立ちを押さえられる構造になっている。なお、実施例2の構成に対しても、同様のステージ構成を適用することができる。また、スタビライザ29を、図13に示すように、中心に投影レンズ4を通すための穴を設けた形状にしてもよい。

#### 【0028】実施例5

図8は、本発明の第5の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。これは、実施例1の構成において、液体30中に不純物が混入するのを防ぐために、XYステージ13の駆動系を、実施例4の場合と同様に、チャンバ9の外部に置くように構成したものである。ただしこの場合は、同図に示すように、微動ステージ14の底面に磁石27を配し、チャンバ9の底面を透磁性の材料で構成して、チャンバ9の下部にあるXYステージ13上の磁石28と磁氣的に結合させ、チャンバ9の底面を微動ステージ14のガイドとして、XYステージ13を移動させることにより、チャンバ9内の微動ステージ14を間接的に駆動させるように構成する。

#### 【0029】実施例6

図14は、本発明の第6の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。これは、実施例2の構成において、液体30中に不純物が混入するのを防ぐために、XYステージ13の駆動系を、実施例5の場合と同様に、チャンバ9の外部に置き、微動ステージ14の底面に磁石27を配し、チャンバ9の底面を透磁性の材料で構成して、チャンバ9の下部にあるXYステージ13上の磁石28と磁氣的に結合させ、チャンバ9の底面を微動ステージ14のガイドとして、XYステージ13を移動させることにより、チャンバ9内の微動ステージ14を間接的に駆動させるように構成したものである。またさらに、微動ステージ14下面に液体を吹き出すノズルを設け、液浸に使用している液体30をそこから噴出させるようにして、流体ベアリングガイド32を

構成している。これにより、ステップ・アンド・リピート動作時の可動部分の質量を軽くすることができるため、スループットをさらに向上させることができる。

#### 【0030】実施例7

図9は、本発明の第7の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。これは、ウエハチャック12を含む部分のみをチャンバ9内に配置しあるいはチャンバ9の底面にウエハチャック12を直接構成し、微動ステージ14上にチャンバ9を配置したものである。この場合、チャンバ9の底面とこれに隣接する2面とがそれぞれ直角になるようにこれらを低熱膨張材料で構成し、この2面をレーザ干渉計15の計測用の参照面とすることも可能である。

【0031】なお、上述各実施例において、ウエハをウエハチャック12上に搬入しあるいはチャック12上からウエハを搬出するための搬送装置は、チャンバ9の中に構成することもチャンバ9の外に構成することも可能である。

#### 【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、解像度や焦点深度を高める液浸法を、実際の製造工程で十部に使用できる態様で、露光装置に適用することができるようになる。したがって、g線、i線、或はエキシマレーザ等の、露光光源の波長に拘らず、どの波長でも、それぞれの波長に応じた効果を期待できるコストの安い液浸式露光装置を提供し、更には、従来のプロセス技術を生かせる液浸式露光装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例に係る液浸式投影露光装置の構成を示す構成図である。

【図2】 図1の装置に適用される光学素子の断面図である。

【図3】 図1の装置に適用される他の光学素子の断面図である。

【図4】 図1の装置に適用されるさらに他の光学素子

の断面図である。

【図5】 図1の装置において、チャンバの側面にレーザ干渉計を直接取り付け付けた場合を示す断面図である。

【図6】 本発明の第4の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。

【図7】 図6の装置に適用されるスタビライザの斜視図である。

【図8】 本発明の第5の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。

【図9】 本発明の第7の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。

【図10】 液浸の効果を説明するための断面図である。

【図11】 本発明の第2の実施例に係る液浸式投影露光装置の構成図である。

【図12】 図11におけるウエハチャックの断面図である。

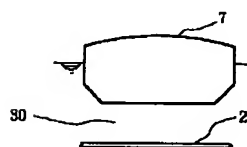
【図13】 図14の装置に適用できるスタビライザの斜視図である。

【図14】 図11におけるステージ部分の変形例を示す模式図である。

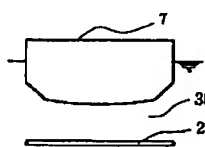
#### 【符号の説明】

1：レチクル、2：ウエハ、3：照明光学系、4：投影光学系、5：レチクルステージ、6：アライメント光学系、7：光学素子、8：シール、9：液槽、10：ウエハカセット、12：ウエハチャック、11-1～11-4：粗位置決め装置、13：XYステージ、14：微動ステージ、15：レーザ干渉計、16：参照ミラー、17：窓、18：断熱材、19：液面ゲージ、20：温度計、21：温度コントローラ、22：ポンプ、23：フィルタ、24：測定器、25：超音波加振装置、26：防振架台、27、28：磁石、29：スタビライザ、30：液体、31：搬送口、32：流体ベアリングガイド、33：真空ポンプ、34：パルプ、35：プロア、36：圧力計、37：シャッタ機構。

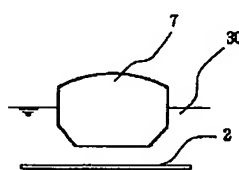
【図2】



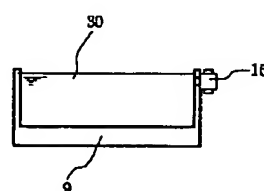
【図3】



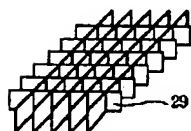
【図4】



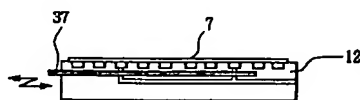
【図5】



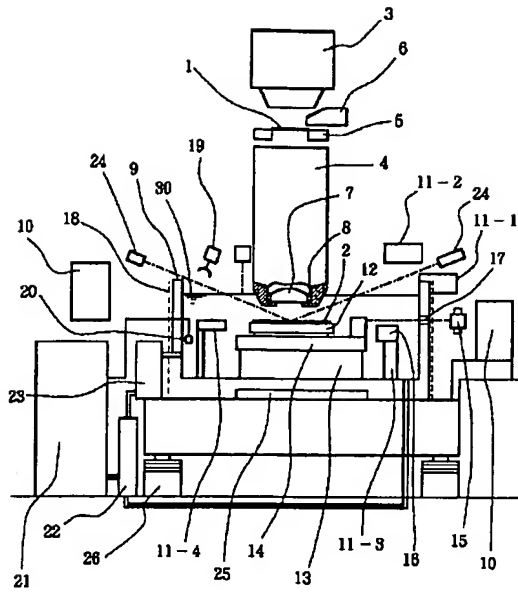
【図7】



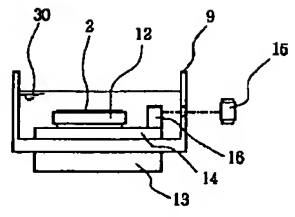
【図12】



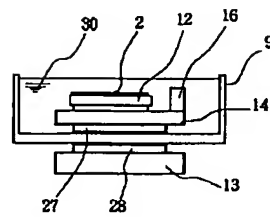
【図1】



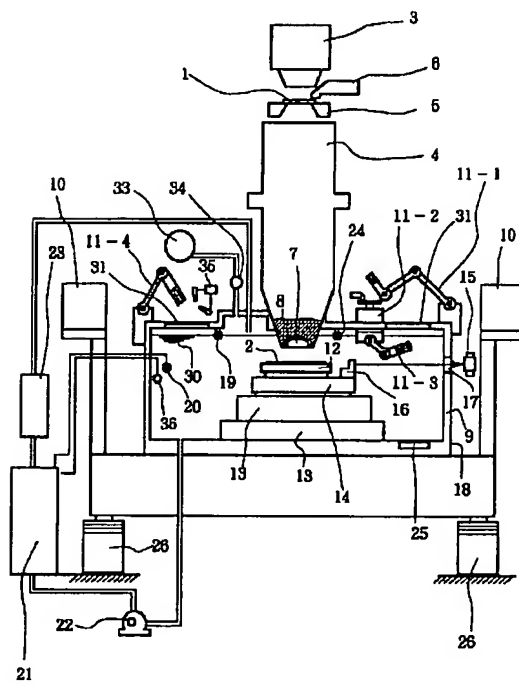
【図6】



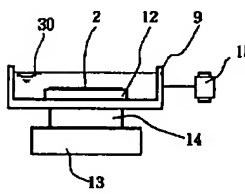
【図8】



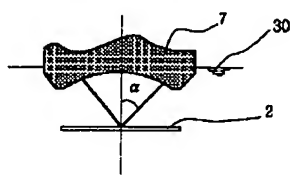
【図11】



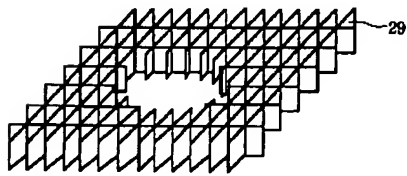
【図9】



【図10】



【図13】



【図14】

